

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3907348 A1**

⑤1 Int. Cl. 5:
E02D 5/08
B 21 C 23/14

⑳ Aktenzeichen: P 39 07 348.3
㉔ Anmeldetag: 8. 3. 89
㉕ Offenlegungstag: 20. 9. 90

DE 3907348 A1

㉚ Anmelder:
Hoesch Stahl AG, 4600 Dortmund, DE

㉚ Erfinder:
Friese, Karl; Pruchhorst, Manfred;
Schimmelpfennig, Klaus-Dieter; Siegmund, Dieter;
Traenka, Hagen-Michael, 4600 Dortmund, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 **Biegesteifes Verbindungselement und Verfahren zu dessen Herstellung**

Die Erfindung betrifft ein Verbindungselement für Stahlspundbohlen, die beim Einsatz als Kreiszellen durch Zwickelwände miteinander verbunden werden müssen. Das Verbindungselement ist in seinem Querschnitt variabel und stellt aufgrund seiner geometrischen Gestaltung ein biegesteifes Verbindungselement dar, welches mittels Strangpreßverfahren kostengünstig herzustellen ist.

DE 3907348 A1

Die Erfindung betrifft ein Verbindungselement für Stahlspundbohlen nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Sollen Fangedämme erstellt werden, so werden aus flachgestreckten Stahlspundbohlen Kreiszellen aufgebaut. Dieser Aufbau kann an Land oder im Wasser durchgeführt werden. Die Kreis- und Hauptzellen müssen aber durch sogenannte Nebenzellen untereinander verbunden werden. Die Wände der Nebenzellen werden Zwickelwände genannt. Um nun zwei Kreiszellen miteinander zu verbinden, müssen in den Kreiszellen jeweils ein oder mehrere Abzweigbohlen in T-Form oder Y-Form für den Anschluß der Zwickelwände vorgesehen werden.

Verwendet werden heute auf dem Markt drei Arten von Abzweigen

- Befestigung des Abzweiges durch Nieten und Schrauben
- Befestigung des Abzweiges durch Schweißen
- Zusammenbau eines Abzweiges aus drei Halbbohlen

Bei der Niettechnik wird eine herkömmliche Stahlspundbohle mit einer halben abgewinkelten Stahlspundbohle durch einzuziehende Nieten oder Schrauben verbunden. Eine sehr arbeitsintensive und kostenträchtige Fertigungsart, für die heute nur noch wenige Fachleute zur Verfügung stehen.

Die Herstellung eines Abzweiges durch das Verbinden einer normalen Stahlspundbohle und einer halben mittels Schweißen, ist ebenfalls kostenintensiv und bedarf besonderer Fertigungstechniken.

Die dritte Art Abzweige herzustellen, besteht in einer Schweißkonstruktion aus drei Halbbohlen, die mit ihren Enden an einem Rundstab angeschweißt werden.

Mit der OS 33 07 052 ist eine Möglichkeit bekannt geworden, Abzweige an Spundwänden dadurch auszuführen, daß das Spundwandschloß symmetrisch zu seiner Achse ausgebildet ist. Diese Ausführungsart läßt sich aber nicht an Kreiszellen mit Zwickelwänden anwenden.

Die US-Patentschrift 36 88 508 offenbart Verbindungselemente für Stahlspundbohlen, welche nach dem Strangpreßverfahren hergestellt sind. Diese Verbindungselemente sind jedoch nur für ein Spundbohlenprofil ausgelegt und sind darüber hinaus nicht rammsteif.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein biegesteifes Verbindungselement mit hohem Widerstandsmoment bei geringstmöglichem Materialeinsatz und optimalem Kräfteverlauf und kostengünstiger Fertigung herzustellen, welches rammsteif ist und bei gleichem Gewicht eine größere Länge erreichen kann.

Die Lösung der Aufgabe wird durch ein besonderes Fertigungsverfahren kostengünstig erreicht. Mit dem Strangpreßverfahren kann in einem Arbeitgang ein Verbindungselement hergestellt werden, welches durch die Einführung einer oder mehrerer Bohrungen oder Ausnehmungen im Profilquerschnitt ein größeres Widerstandsmoment erhält und dadurch rammsteif wird. Gleichzeitig wird das Gewicht des Verbindungselementes reduziert, was eine Senkung der Transportkosten bzw. bei gleichem Einsatzmaterial eine größere Länge des Verbindungselementes bedeutet. Ein Hohllement erfüllt in diesem Fall alle gewünschten Anforderungen. Dadurch ist im gesamten Profil ein optimaler Faserverlauf mit enormer Festigkeitssteigerung zu erzielen.

In Ausgestaltung der Erfindung ist die Profilgebung des Verbindungselementes so aufgebaut, daß das Verbindungselement im Querschnitt betrachtet, in allen Bereichen eine annähernd gleichstarke Wandstärke aufweist. Dieses wird dadurch erreicht, daß sich in der Mitte des Profiles eine oder mehrere durchgehende Bohrungen oder Ausnehmungen befinden. Hierdurch wird erreicht, daß die angreifenden Zugkräfte in den Schloßabschnitten sich auf die Randzonen des Profiles verteilen. Gleichzeitig wird diese Konstruktionsart das Aufkommen von zusätzlichen Momenten im Profil nahezu unterdrücken.

Bei den bisher bekannten T-Verbindungselementen greifen z. B. die Kräfte an den gegenüberliegenden Seiten und in der Mitte an. Dieses hat zur Folge, daß bei nicht ausgewogenem Kräfteverhältnis mit entsprechenden Hebelarmen, im Verbindungselement ein Moment entsteht. Dieses zusätzliche Moment ist für das statische Gleichgewicht der Kreiszelle nicht gerade förderlich. Es können dadurch in der Eckverbindung Torsionskräfte auftreten.

Die vorliegende Erfindung eliminiert diese auftretenden Momente durch die in der Formgebung begründete Kraftumlenkung im Verbindungselement. Dadurch, daß sich in der Mitte eine oder mehrere Bohrungen befinden, teilen sich z. B. die in der Mitte durch den Abzweig angreifenden Kräfte auf und werden gleichzeitig über die Randzonen abgeführt. Dieses hat zur Folge, daß die Hebelarme zu den beiden seitlich angreifenden Kräften in der T-Verbindung gegen Null gehen. Ein Moment wird durch diese Konstruktionsart aufgehoben. Der Kräfteverlauf kann als optimal angesehen werden.

Die im Verbindungselement vorhandene Bohrung oder Ausnehmung steigert das Widerstandsmoment bei gleichzeitiger Gewichtsverringering.

Darüber hinaus können nicht nur wie vorbeschrieben T-Verbindungselemente hergestellt werden, sondern auch die Y-Form mit Abzweige unter jedem nur möglichen Winkel α .

Aufgrund des Fertigungsverfahrens ist es auch möglich, Verbindungselemente herzustellen, die es zulassen, unterschiedliche Stahlspundbohlenprofile miteinander zu verbinden. In diesem Falle sind die drei Schloßabschnitte entsprechend den verwendeten Profiltypen ausgebildet, um einen sicheren Sitz der Stahlspundbohlen zu gewährleisten.

Um das Gewicht der Verbindungselemente zu reduzieren, wird bei gleichzeitiger Erhöhung des Widerstandsmomentes das Verbindungselement als Hohllement ausgebildet.

Fertigungstechnisch ist dieses Hohlprofil bei den entsprechenden Längenausdehnungen nicht ganz einfach zu handhaben. Eine kostengünstige Fertigungsmethode ist das Strangpreßverfahren. Das Strangpressen von Stahl mit Glasschmierung nach Sejournet bietet dem Konstrukteur die wirtschaftliche Lösung. Mit konventionellen Umformungsverfahren wie Schmieden, Walzen, Gießen, etc. lassen sich nicht die gleichen Ergebnisse erzielen.

Als Vormaterial wird ein gewalzter oder geschmiedeter Rundblock eingesetzt. Zum besseren Materialfluß werden die Blöcke an der Stirnseite angefast. Gleichzeitig wird der Block mit einer durchgehenden Bohrung versehen. Die Einsatzlänge des Blockes wird durch das Metergewicht des herzustellenden Profiles und der Profillänge bestimmt. Gepreßt wird das Verbindungselement in einer liegenden hydraulischen Presse. Die Blöcke werden in einem Drehofen auf ca. 1200° C erwärmt.

Auf dem Weg vom Ofen zur Presse überrollt der Block eine Glaspulverschicht und überzieht sich dabei mit einem dünnen Glasfilm. Dieser Glasfilm verhindert die Oxydation des Blockes auf dem Weg zur Presse und dient gleichzeitig während des Preßvorganges als Isolationsschicht zwischen Rezipienteninnenwandung und dem glühenden Stahlblock.

Eine automatische Hebevorrichtung bringt den Block dann auf die Höhe des Blockaufnehmers. Der Preßstempel drückt den Block in die zylinderische Öffnung des Rezipienten, der an seiner Austrittsöffnung durch das formgebende Werkzeug verschlossen ist. Vor die formgebende Matrize wird bei Beginn des Pressens eine etwa 10 mm starke Glasscheibe gelegt, die die Schmier- und Schutzfunktion des Werkzeuges übernimmt. Bei der vorliegenden Erfindung befindet sich in der Mitte der Matrize ein Dorn, welcher verfahrbar ist. Der Dorn wird für die Pressung des Hohlprofils benötigt.

Nach dem Einschieben des Rohlings in den Rezipienten wird der Block zunächst bis zum vollen Durchmesser des Rezipienten aufgestaucht. Bei einem weiteren Druckanstieg durch den Preßstempel tritt das Material durch die Matrizenöffnung in einer der Matrizenöffnung entsprechenden Profilform aus. Durch das Hohlprofil muß in Schüben gepreßt werden, weil der Dorn für die Bohrung verfahren werden muß.

Das Material eines Blockes läßt sich nicht restlos auspressen, deshalb wird der Preßrest nach Zurückfahren des Rezipienten durch einen Sägeschnitt vom Profilstab getrennt. Das am Preßrest verbleibende Profilstück drückt beim Verfahren des Rezipienten den Profilstab aus der Matrize. Das freigewordene Verbindungselement läuft über Rollen ab.

Bedingt durch die hohe Verformungstemperatur und die bizarre Querschnittsform ist der Verzug der Preßstäbe während des Abkühlprozesses z. T. erheblich. Auf einer Streckbank, deren Kopfen gegenläufig drehbar sind, kann die Verdrehung beseitigt werden.

Die Zeichnungen zeigen schematisch einige Beispiele von Hohlverbindungselementen, welche nach dem vorbeschriebenen Verfahren hergestellt werden können.

Es zeigen:

Fig. 1 Ein Hohlprofil im Querschnitt in T-Form mit drei eingreifenden Spundbohlen.

Fig. 2 Ein Hohlprofil im Querschnitt in Y-Form

Fig. 3 Ein Hohlprofil im Querschnitt mit zentrischer Bohrung

Fig. 4 Ein Hohlprofil im Querschnitt mit unterschiedlichen Schloßabschnitten

Fig. 5 Ein Hohlprofil im Querschnitt mit mehreren Ausnehmungen

Fig. 6 Ein Hohlprofil im Querschnitt mit unregelmäßiger Ausnehmung.

Das Verbindungselement in **Fig. 1** ist in seinem Querschnitt T-förmig ausgebildet, wobei die T-Form sich auf die einzuschubenden Spundwände bezieht. Die Stahlspundbohlen (1.1, 1.2, 1.3) sind in ihren Schloßabschnitten mit den Schlössern des Verbindungselementes (2) lose in der Art verbunden, daß z. B. der Finger (9.1) der Stahlspundbohle (1.1) in die Hinterschneidung (11) greift und den Daumen (6.1) des Schloßabschnittes des Verbindungselementes (2) umfaßt. Der Daumen (8.1) der Spundbohle liegt in dem Freiraum (10.1) des Schloßabschnittes des Verbindungselementes (2) und wird umschlungen von dem Finger (5.1) des Verbindungselementes (2).

Diese vorbeschriebene Verbindungsart wird durch Ineinanderstecken der Spundbohle (1.1) und des Verbin-

dungselementes (2) erreicht. Aufgrund von Fertigungstoleranzen und dem rauen Einsatzgebiet des Anmeldegegenstandes, ist die Verbindung nicht unmittelbar formschlüssig. Es besteht deshalb zwischen dem Daumen (6.1) des Verbindungselementes (2) und der Spundbohle (1.1) ein eingeschlossener Freiraum (13.1). Analog dazu zwischen dem Daumen (8.1) der Spundbohle (1.1) und dem Verbindungselement (2). Der vorbeschriebenen Verbindung genau gegenüber befindet sich die gleiche Verbindung mit einer weiteren Spundbohle (1.3) aus der Kreiszelle. Den für die Zwickelwand nötigen Anschluß stellt die Spundbohle (1.2) dar. Sie greift in der bereits vorbeschriebenen Art in das Verbindungselement (2) ein.

Das Verbindungselement (2) hat in seinem Querschnitt einen T-förmigen Verlauf. Die einzelnen Schloßabschnitte bestehen aus einem gekrümmten Finger (5.1) mit einem ausgebuchteten Freiraum (10.1) und einem anschließenden Daumen (6.1), der aus zwei Vorsprüngen besteht.

Zwischen dem Daumen (6.1) und dem um 90° versetzt dazu stehenden Schloßabschnitt für den Anschluß der Zwickelwand (1.2) ist ein Freiraum (11), der die Umschlingung durch den Finger (9.1) der Spundbohle (1.1) des Daumens (6.1) ermöglicht. Um weitere 90° zu der Spundbohle (1.2) versetzt, greift die Spundbohle (1.3) in den entsprechenden Schloßabschnitt ein.

Bei der Gestaltung des Verbindungselementes (2) ist eine annähernd gleiche Wandstärke des Profiles angestrebt worden. Aus diesem Grunde befindet sich gegenüber dem Schloßabschnitt für den Anschluß der Spundbohle (1.2) eine Einbuchtung (7). Der Konturenverlauf des Verbindungselementes (2) weist einen abgerundeten und verschliffenen Verlauf auf. Zentrisch im Verbindungselement (2) befindet sich eine durchlaufende Bohrung (3). Durch diese Bohrung wird das Widerstandsmoment des Verbindungselementes (2) stark heraufgesetzt. Da Flachprofile nur sehr geringe Widerstandsmomente besitzen, entstehen im Betriebszustand an den Knotenpunkten in der Regel Überbeanspruchungen. Die Überbeanspruchungen, hervorgerufen durch zusätzliche Momente, werden in dem vorliegenden Verbindungselement (2) nicht auftreten, da die Krafteinleitung ohne Versatz erfolgt. Wie in der **Fig. 1** angedeutet, verläuft der Kraftlinienfluß (4) über die Randzonen des Verbindungselementes (2) und verkürzt dadurch die Hebelarme bei gleichzeitiger Kraftaufteilung. Würde das Verbindungselement (2) nicht die Bohrung (3) in der Mitte haben, so würden sich die angreifenden Kräfte in der Mitte des Verbindungselementes (2) treffen. Hinzu kämen die relativ großen Hebelarme, welche ein zusätzliches Moment entstehen lassen würden.

Die **Fig. 2** gibt ein Hohlverbindungselement in Y-Form wieder. Zu den in der Zentrallinie (14) angreifenden Kräften greift über die Zentrallinie (15), des Abzweiges (18) unter einem Winkel α , die dritte Stahlspundbohle in den Schloßabschnitt (19) ein. Der Winkel α kann entsprechend den Forderungen veränderbar sein. Die in der Mitte des Querschnittes befindliche Ausnehmung (16) wird dem gewählten Winkel so angepaßt, daß die Krafteinleitung gleichmäßig, über die annähernd gleichstarken Materialstege, in die Randzonen verlagert wird.

Bei einem Y-Verbindungselement (**Fig. 3**), an welchem die drei in Eingriff stehenden Stahlspundbohlen (1.1, 1.2, 1.3) in einem Winkel von 120° zueinander stehen, ist es am zweckmäßigsten, eine kreisrunde Bohrung (17) zentrisch im Profil einzubringen.

Das in Fig. 4 dargestellte Verbindungselement weist unterschiedliche Schloßabschnitte auf. Die Schloßabschnitte (20.1) und (20.2) stehen um 90° versetzt zueinander und sind gleich ausgebildet, d. h. es greifen Stahlspundbohlen (1.2) und 1.3) gleichen Profiles in die Schloßabschnitte ein. Im Schloßabschnitt (21) aber befindet sich eine Stahlspundbohle (1.4) mit einem anderen Profil. Auch bei diesem Verbindungselement ist durch die Bohrung (3) sichergestellt, daß der Kräfteverlauf über die Randzonen durchgeführt wird.

Mit der Erfindung lassen sich für alle heute auf dem Markt befindlichen warmgewalzten Profile und Kaltprofile kostengünstige rammsteife Hohlverbindungselemente herstellen. In einem immer stärker umworbenen Markt spielen auch heute in zunehmendem Maße steigende Transportkosten eine entscheidende Rolle. Die Erfindung leistet hier einen entscheidenden Beitrag bei einer gleichzeitigen Qualitätssteigerung (höheres Widerstandsmoment). Darüber hinaus wird mit dem Fertigungsverfahren ein optimaler Faserverlauf im Material erreicht. Ferner können aufgrund des geringeren Gewichtes größere Längen von Verbindungselementen hergestellt werden.

Bezugszeichenverzeichnis

1.1 Stahlspundbohle	
1.2 Stahlspundbohle	
1.3 Stahlspundbohle	
1.4 Stahlspundbohle	30
2 Verbindungselement	
3 Bohrung	
4 Kraftlinienverlauf	
5.1 Finger	
5.2 Finger	35
5.3 Finger	
6.1 Daumen	
6.2 Daumen	
6.3 Daumen	
7 Einbuchtung	40
8.1 Daumen der Spundbohle	
8.2 Daumen der Spundbohle	
8.3 Daumen der Spundbohle	
9.1 Finger der Spundbohle	
9.2 Finger der Spundbohle	45
9.3 Finger der Spundbohle	
10.1 Freiraum im Schloßabschnitt des Verbindungselementes	
10.2 Freiraum im Schloßabschnitt des Verbindungselementes	50
10.3 Freiraum im Schloßabschnitt des Verbindungselementes	
11 Hinterschneidung außerhalb des Schlosses	
12 Hinterschneidung außerhalb des Schlosses	
13.1 Freiraum im Schloßabschnitt der Spundbohle	55
13.2 Freiraum im Schloßabschnitt der Spundbohle	
13.3 Freiraum im Schloßabschnitt der Spundbohle	
14 Zentrallinie	
15 Zentrallinie im Abzweig	
16 Ausnehmung	60
17 Bohrung	
18 Abzweig	
19 Schloßabschnitt	
20.1 Schloßabschnitt	
20.2 Schloßabschnitt	65
21 Schloßabschnitt	

Patentansprüche

1. Biegesteifes Verbindungselement im Strangpreßverfahren hergestellt, insbesondere für Stahlspundbohlen, mit Anschlußmöglichkeit für drei Stahlspundbohlen zur Verbindung von Abzweigen oder zur Verbindung von Hauptzellen untereinander oder mit Zwickelwänden, wobei die Hauptzellen Kreiszellen als auch Flachzellen sein können und die Verbindung der Stahlspundbohlen mit dem Verbindungselement über drei angeformte Schloßabschnitte geschieht, **dadurch gekennzeichnet**, daß das biegesteife Verbindungselement (2) ein Hohlprofil mit sowohl zentrischer, in der gesamten Längsrichtung verlaufenden Bohrung (3), als auch den äußeren Konturen angepaßter Ausnehmung (16) versehen ist, wobei das Einsatzmaterial für die Strangpressung eine in Längsrichtung des Blockes verlaufende kreisrunde Bohrung hat, und die angreifenden Zugkräfte, der angeschlossenen Stahlspundbohlen (1.1, 1.2, 1.3), über die Randzonen (4) des Verbindungselementes (2) abgeleitet werden und durch den Kraftlinienverlauf (4) im Verbindungselement die entstehenden Zusatzmomente gegen Null gehen.

2. Biegesteifes Verbindungselement nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß über den Querschnitt des Verbindungselementes gesehen, eine annähernd gleich dicke Wandstärke zu den Konturen vorhanden ist.

3. Biegesteifes Verbindungselement nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß in dem Profil mehrere Bohrungen (3) oder Ausnehmungen (16) sind.

4. Biegesteifes Verbindungselement nach den Ansprüchen 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß die Schloßabschnitte auf der gesamten Länge des Verbindungselementes (2) verlaufen.

5. Biegesteifes Verbindungselement nach den Ansprüchen 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, daß die Schloßabschnitte des Verbindungselementes (2) in T-Form, Y-Form oder in einem beliebigen Winkel zueinander ausgebildet sind.

6. Biegesteifes Verbindungselement nach den Ansprüchen 1 – 5 dadurch gekennzeichnet, daß Stahlspundbohlen mit unterschiedlichen Profilen und Schlössern (20.1, 20.2, 21) über das Verbindungselement miteinander verbunden werden können.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

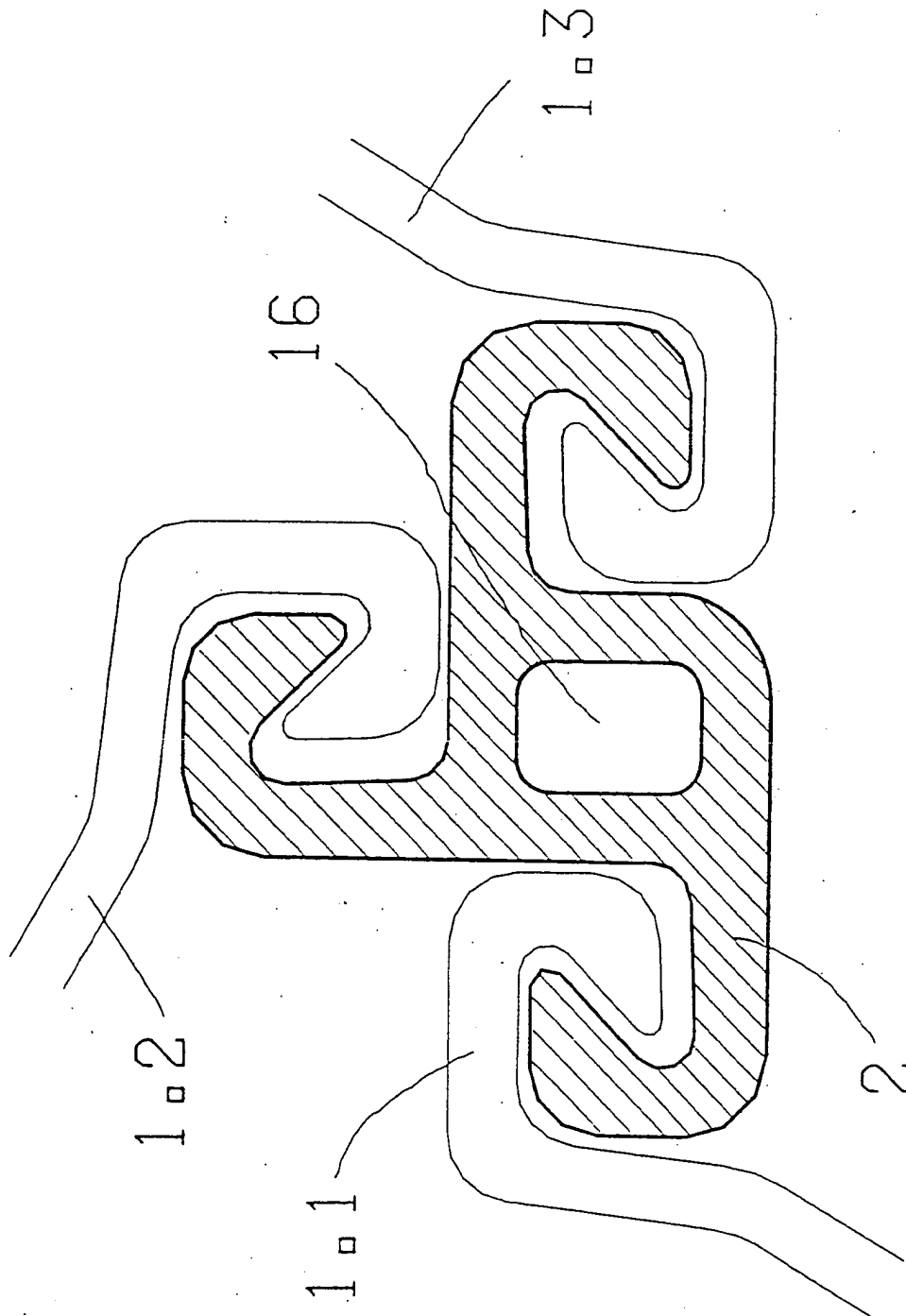


Fig. 6

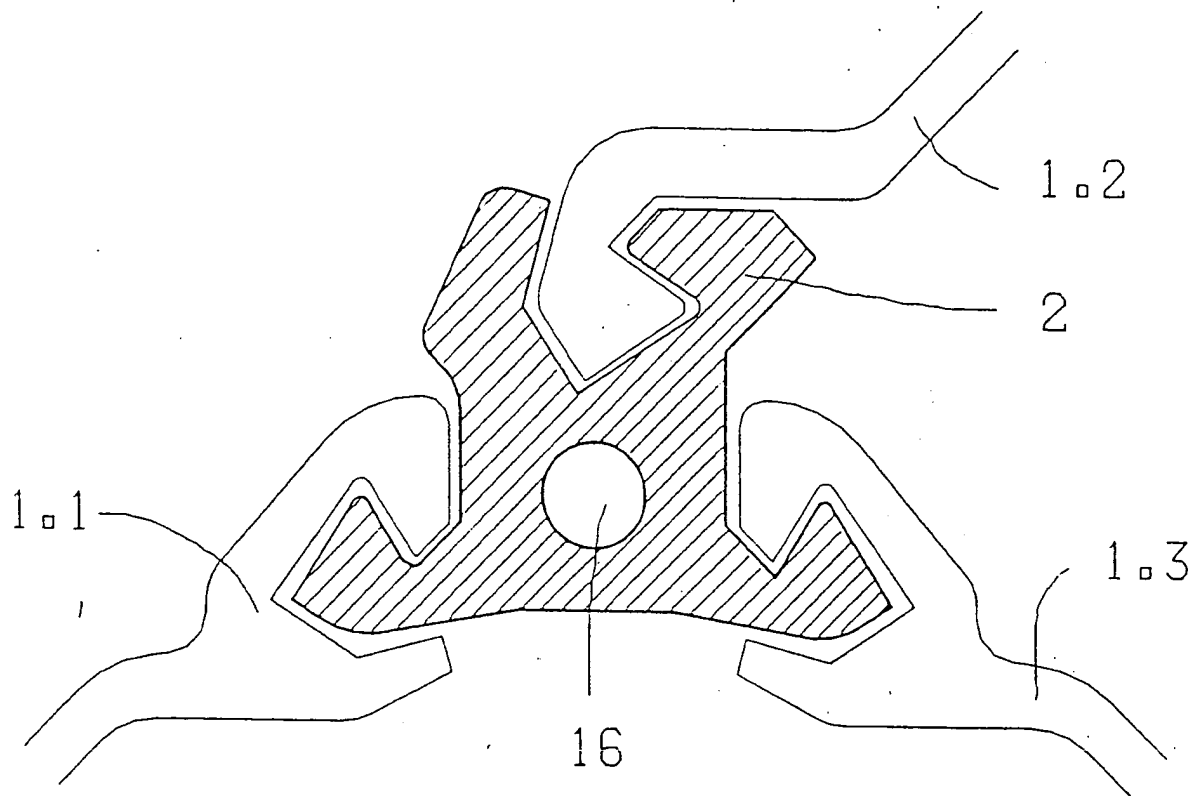
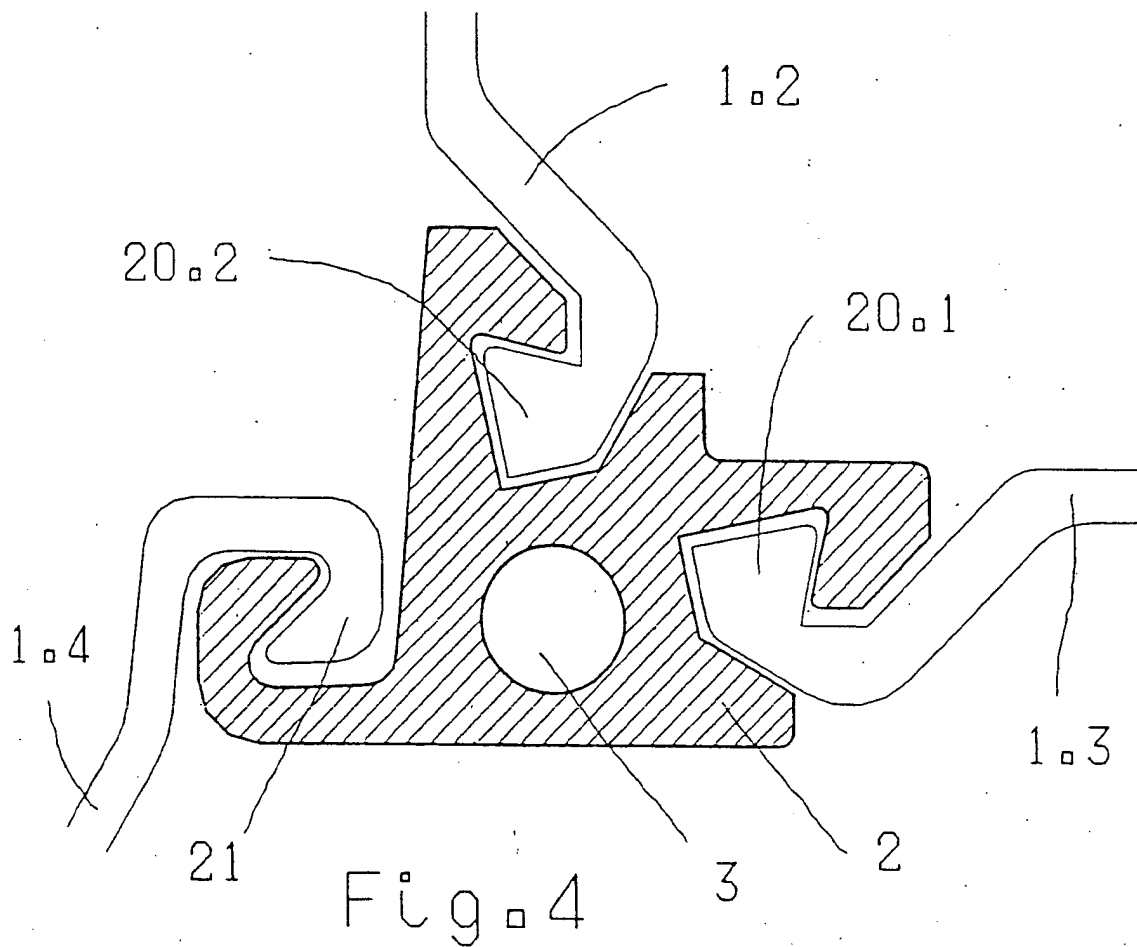


Fig. 5



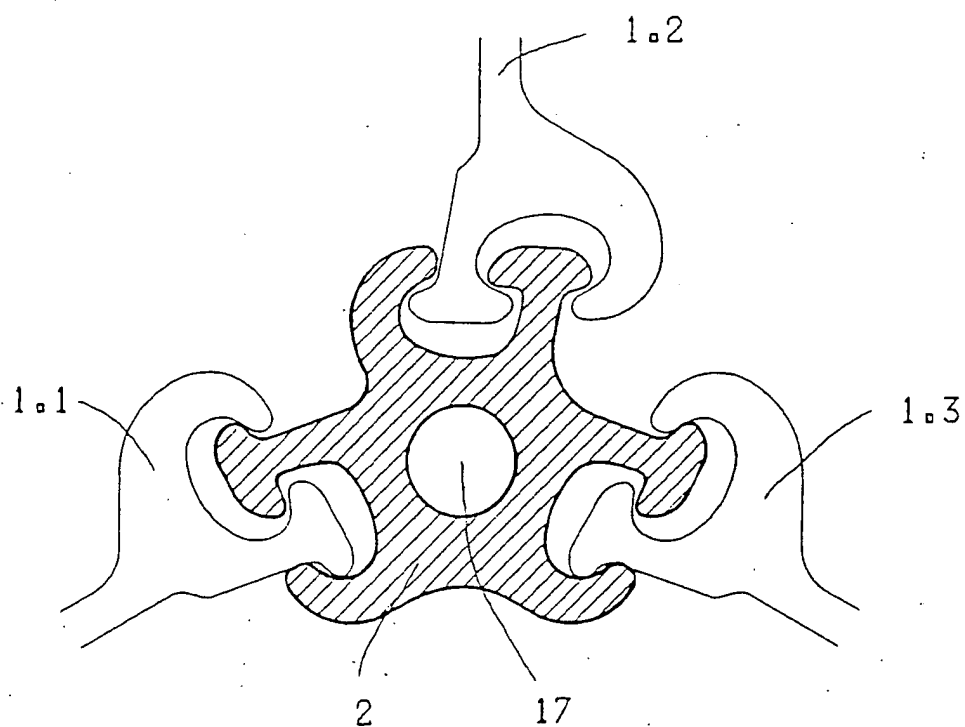
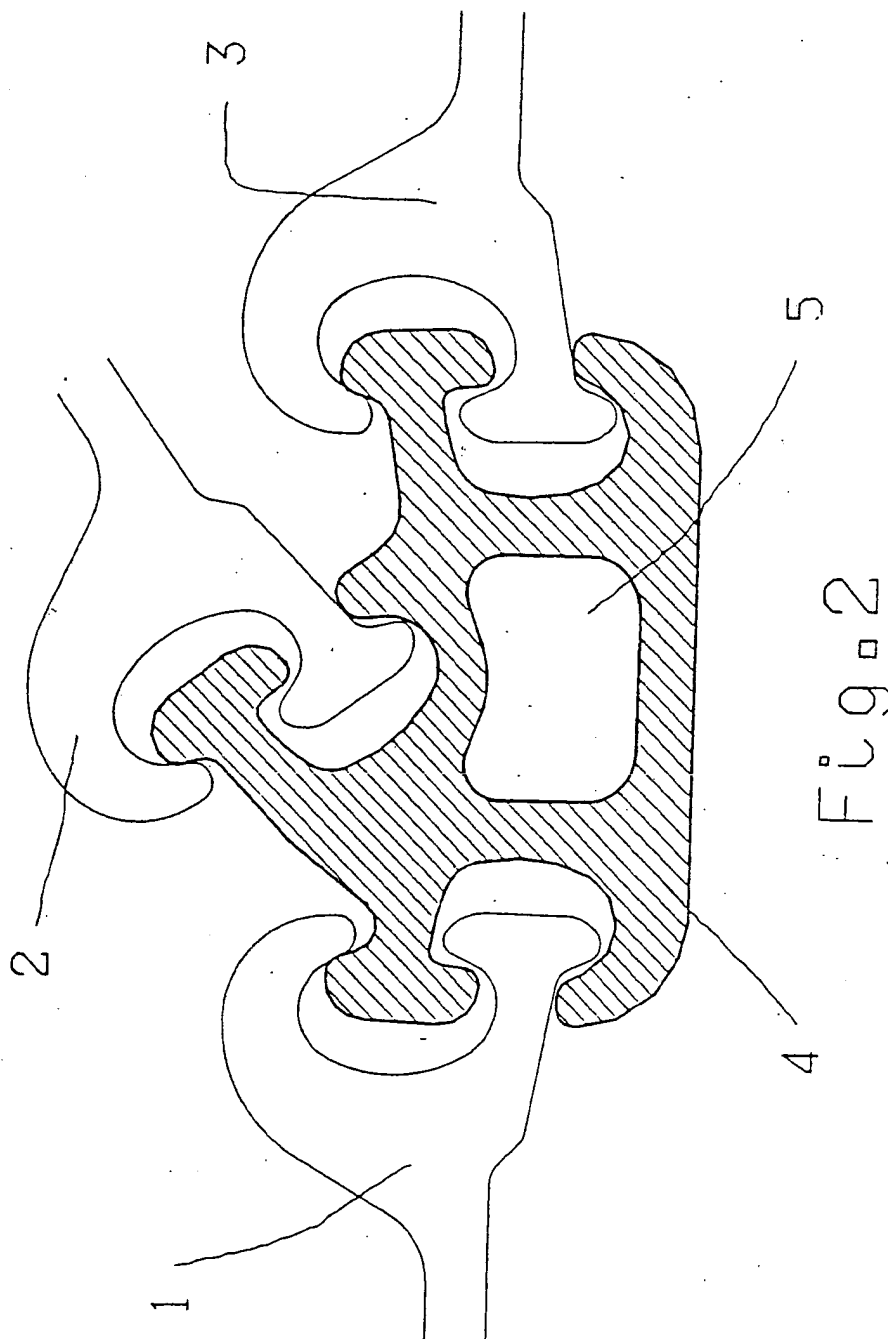


Fig. 3



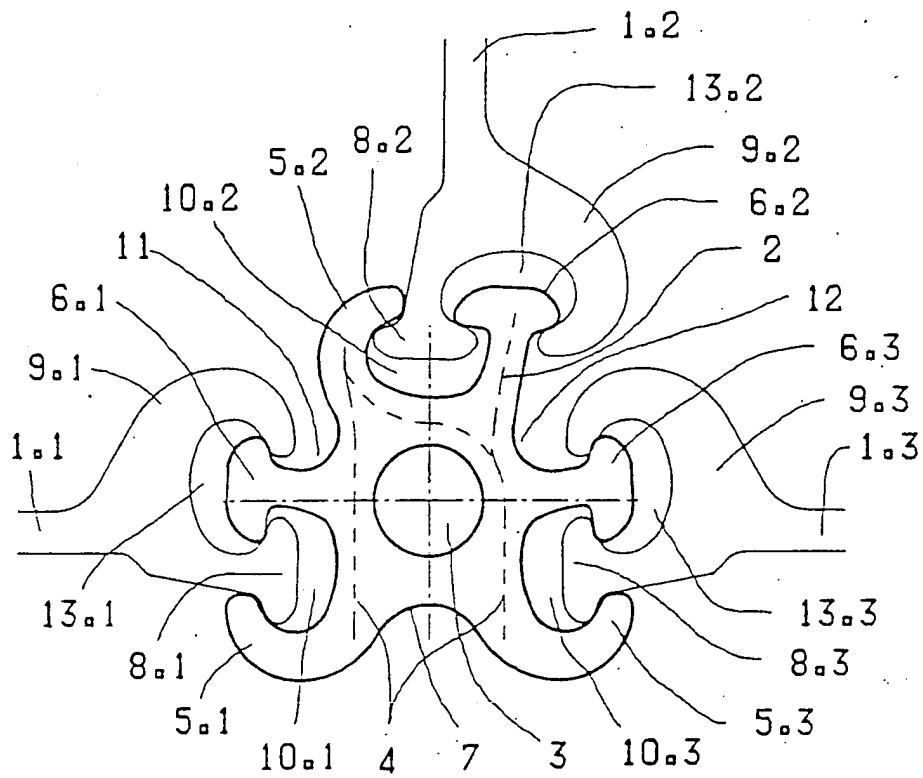


Fig. 1